



Lämpötilan vaikutus kuparin pinnassa syntyviin väreihin

Milla Vainio

Materiaalitutkimus-kurssin tutkimusraportti

Muotoilun koulutusohjelma

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

28.3.2016

Tiivistelmä

Tavoitteenani tutkimuksessa oli saada tietoa kuparin pinnan värimuunnoksista eri lämpötiloissa. Pyrin siis aikaansaamaan eräänlaisen ``värikartan`` jonka avulla pystyisin myös toistamaan uudelleen halutun värin tietyn lämpötilan avulla. Toivottuja värejä olivat mm. sininen, oranssi, vihreä ja violetti.

Materiaaleikseni valitsin 0,7 mm vahvuista kuparilevyä ja kuumennuskäsittelyä varten keramiikkauunin sekä toiseksi vertailun vuoksi kaasuliekin jolla kuumensin pistemäisesti koepaloja. Kaasuliekin otin mukaan tutkimukseen myös siitä syystä, että oletin saavani tällä menetelmällä kontrolloidumpia tuloksia eli pisteliekillä olisi helpompaa saada toivottuja tuloksia ja hallita tilannetta välittömästi. Kaasuliekillä kuumentaa varioin ensisijaisesti aikaa. Konsultoituani studiomestari Janne Hirvosta hän ehdotti uuniksi tähän tutkimukseen keramiikkauunia, vaihtoehtoisesti olisi tosin olisi käynyt mikä tahansa muukin, mikäli sillä saavutettaisiin riittävän tarkat ja luotettavat lämpötilat. Kolmanneksi kuumennuskäsittely menetelmäkseni otin kokeiden loppuvaiheessa mukaan gradienttiuunin testatakseni pienempiä ja tarkempia lämpötiloja ja saadakseni aikaan hyvän/yhtenäisen esimerkin eriävien lämpötilojen aiheuttamasta liukuvärimäisyydestä.

Lämpöasteikon pienin lukema oli 150°C, josta portaittain lämpötilaa nostettiin yhtä koesarjaa kohden 50°C kunnes saavutettiin 600°C, valitsin lukemat olettaen ettei muutoksia tapahtuisi vielä alle 150°C ja 600°C jälkeen ei puolestaan enää tapahtuisi juurikaan muutoksia pinnan väreissä vaan tulos olisi vain hieman toisistaan poikkeavia harmaasävyjä. Koesarjoista kunkin annoin olla uunissa 15 min ja sarjoja yhteensä 20.

Koesarjaani otin mukaan myös patinointiaineella käsittelemiäni kuparipaloja, sillä halusin tutkia käsittelyn pinnan käytöstä ja värimuunnoksia kuumennettaessa sekä uunissa että kaasuliekillä lämmitettäessä.

Värien aikaan saaminen hallitusti ja tasalaatuisesti oli ennakoitua haastavampaa ja tulokset kirjavampia kuin oletin. En myöskään uskonut saavuttavani pienemmissä lämpötiloissa tai pienemmillä lämpötilan eroilla kovin suurta vaihtelua mutta jo näillä kokeilla saavutetun vivahteikkouden vuoksi uskoisin sen olevan antoisa tutkimuksen kohde jatkoa ajatellen.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Sisällysluettelo

1 Johdanto	4
2 Tutkimusmenetelmät	5
2.1 Koepalojen esikäsittely ja patinan valmistus	5
2.2 Lämpökäsittely keramiikkauunissa	6
2.3 Koepalojen sijoittuminen keramiikkauunissa polttolevyllä	7
2.4 Lämpökäsittely kaasuliekillä	8
2.5 Lämpökäsittely gradienttiuunissa	8
3 Tulokset	9
3.1 Keramiikkauunissa lämpökäsiteltyt näytteet	9
3.2 Kaasuliekillä lämpökäsiteltyt näytteet	12
3.3 Gradienttiuunissa lämpökäsiteltyt näytteet	14
5 Johtopäätökset	15
Lähteet	16

1 Johdanto

Halusin tutustua minulle ennalta tuntemattomaan kuparin materiaaliin ja sen mahdollisuuksiin. Aikaisempaa kokemusta metallinkäsittelystä tai työstöstä minulla entuudestaan ole. Olen kuitenkin ollut kiinnostunut nimenomaan kuparin käsittelystä patinoinnin ja patinoitumisen kannalta. Halusin tutustua patinan tekoon ja valitsin tavoiteväreiksi tummanvihreän sekä ruskean, joita myös luonnostaan syntyy kuparisille pinnoille ulkoilmassa hapen, kosteuden ja saasteiden vaikutuksesta. Kokeen kannalta tarvitsin nopeasti patinoivaa ainetta jota valmistin Metallinpakotus-kirjan (Väänänen , 1967 , 148) ohjeen mukaan. Karkaisijan käsikirja (Pero , 1932 , 53) teoksesta löytyi teräksen päästöväritaulukko, jonka innoittamana halusin koestaa lämpötilan vaikutusta käsittelemättömään kuparipintaan. Tarkasteluni kohteena oli siten hapettumis-ja pelkistymisreaktioiden vaikutus pinnan väriin niin uunissa kuin kaasuliekillä kuumennettaessa. Valitsin lopulta käsittelemättömän kuparin värimuutoshavainnoinnin pääasialliseksi tutkimuskohteekseni ja tämän vuoksi en laittanut kaikkiin koelämpötiloihin mukaan patinoituja koepaloja. Myöhemmin nämä olisivat kuitenkin osoittautuneet yhtä kiintoisiksi tarkastelun kohteiksi kaikissa koesarjoissa. Keramiikkauunissa suoritettavassa lämpökäsittelyssä muuttujana oli myös testilaattojen (2 kpl per sarja).sijainti uunissa. Kiinnostukseni kohteena ja lähtökohtana tälle tutkimukselle on korusuunnittelu, johon uskon voivani jatkossa hyödyntää saavuttamiani tuloksia.

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Koepalojen esikäsittely ja patinan valmistus

Käsiteltävä metallipinta on puhdistettava ennen käsittelyä, jotta sen pinnalla oleva rasva tai lika ei vaikuttaisi haluttuun lopputulokseen. Jos kappaleen pinnassa on rasvaa se palaa pois kuumennettaessa, mutta muodostaa eristävän kerroksen, joka hidastaa jäähtymistä mikä taas vaikuttaa lopputulokseen. Rasvaa ei tarvitse olla paljon, että näin käy- jo sormenpäistä irtoava ihon rasva on riittävästi (Metallien värittäminen, Hylander 1927, 13). Puhdistus voidaan tehdä kemiallisesti, esimerkiksi lipeällä tai mekaanisesti harjaamalla kuten itse tein. Pyyhin koepalat teräsvillalla avatakseni pinnan, jätin kuitenkin jokaisesta käsittelemättä n.1cm alueen nähdäkseni eron puhtaan ja rasvaisen pinnan välillä eri lämpötiloissa.

VIHREÄN PATINAN OHJE

10g salmiakkia

10g viinikiveä

40g keittosuolaa

80g kuparinitraattia

1000g väkiviinaetikkaa

Sekoitin yhteen yllämainitut raaka-aineet ja sain kirkkaan turkoosia patinointiainetta, jota sivelin jokaiseen koepalaan silmämääräisesti saman verran. Vihreän patinan aikaansaaminen oli hidasta ja sitä oli siveltävä useita kerroksia, odottaen ensin edellisen kuivumista, jotta haluttu vihreä saatiin aikaan.

Ruskea patina (Resto black MKP) oli valmiina saatavilla, jolla pinnoitin puolet koepaloista. Ruskea patinointiaine vaikutti muutamissa sekunneissa ja lisäsin useamman kerroksen, jolloin pinnasta tuli lähes musta.

Resto black MKP eli RUSKEA PATINA SISÄLLYS

seleenihappo 1-5%

fosforihappo 1-5%

typpihappo 1-5%

kuparisulfaatti

Sivulla 11 esimerkki patinoiduista ja harjatuista koepaloista(Kuva 3).

2.2 Lämpökäsittely keramiikkauunissa

Asetin kunkin koesarjan keramiikkauuniin polttopilareiden päälle kuvan (sivu 7) osoittamalla tavalla. Ylhäältä katsottuna ruskeapatinoitu (I) kuparinen koepala vasemmalla puolella ja vihreäpatinoitu (x) koepala oikealle puolelle. Pinnoittamaton, harjattu koepala (T1) keskellä ja toinen pinnoittamaton, harjattu koepala (T2) uunilevyn reunassa. Sijoittelu sekä uunin reunaan että keskelle sillä uunissa niissä vallitsevat eroavat lämpötilat, lähempänä vastuksia (reunassa) on kuumempaa kuin keskellä ja halusin saada esiin näiden tuottamat värierot.

Kuten taulukko 1(sivu 7) osoittaa kaikkiin koesarjoihin ei tullut kaikkia neljää erilaista koepalaa vaan vaihdellen joko molemmat ruskea-tai vihreäpatina, toinen näistä tai ei kumpikaan. Tämä johtui päätöksestäni keskittyä pääasiallisesti tarkastelemaan vain harjatun kuparin värimuutoksia, joita jokaisessa kymmenessä koesarjassa oli 2 kappaletta eli yhteensä 20 koepalaa.

Keramiikkauuni ohjelmoitiin taulukko 1 (sivu 7) mukaisesti nostamaan lämpötilaa 50C° jokaisen koesarjan kohdalla ylemmäs kuin edellisessä koesarjassa. Koesarja num.1 kohdalla uuni kuumennettiin siis 150C°, asetin kylmänä koesarjan sisään ja lämpötila pidettiin 15 minuuttia, jonka jälkeen poistin koepalat uunista ja lämpö alkoi nousta 200C°. Näin jatkettiin koesarjan loppuun sarja num.10 jossa saavutettiin 600C°.

Keramiikkauuni ei pienemmissä lämpötiloissa olisi ollut tarpeeksi luotettava tai välttämättä edes mahdollinen tähän kokeeseen, sillä jo 50C° asteen vaihtelua oli hankalaa hallita tarkasti. Mittasin osoitinmittarilla uunin sisälämpötilan aina ennen uuden koesarjan asettamista sisään varmistaakseni todellisen lämpötilan. Kuten taulukko 1 (sivu 7) osoittaa oli todellinen lämpötila aina noin 20C° korkeampi kuin uuninmittarin näyttämä lukema.

Uunin pykälät loppuivat myös kesken, sillä kokeessani oli hyvin paljon lukemavaihtelua ja koe täytyi suorittaa kahtena erillisenä kertana siten että koesarjat 1.-8. valmistettiin ensin ja sarjat 9. - 10. erikseen seuraavana päivänä.

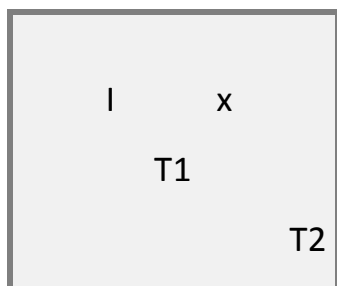
TAULUKKO 1

Muuttujana lämpötila, koesarjat uunissa 15.min

Koe-erien sarjanum.	Uunin lämpötila C°	Todellinen lämpötila C°	Patinoidut koepalat
1.	150	180	x , I
2.	200	218	x, I
3.	250	264	
4.	300	313	x
5.	350	363	I
6.	400	413	x
7.	450	465	I
8.	500	510	x
9.	550	563	x , I
10.	600	612	

x =vihreäpatinoitu koepala I =ruskeapatinoitu koepala

2.3 Kuva 1 Koepalojen sijoittuminen keramiikkauunissa polttolevyllä



x =vihreäpatinoitu koepala

I =ruskeapatinoitu koepala

T1=käsitlemätön koepala keskellä

T2=käsitlemätön koepala reunassa

2.4 Lämpökäsittely kaasuliekillä

Toisessa koesarjassa kuumensin koepaloja pistemäisesti kaasuliekillä kuumudenkestävällä alustalla ja varioin kuumennusaikaa sillä lämpötilan säätely olisi tässä ollut liian haastavaa. Käytin sinisen liekin kuuminta kärkiosaa jonka vakilämpötila on noin 1500C°. Koepaloja tässäkin kokeessa oli 20 kappaletta teräsvillalla harjattuina, erikseen kolme I palaa ja neljä x koepalaa.

Alkuperäisessä suunnitelmassani oli tarkoitus edetä niin että kuumennan kutakin koepalaa 1.s enemmän kuin edellistä alkaen ensimmäisen koepalan kohdalla yhdestä sekunnista ja viimeisen kohdalla kuumennusaika olisi jo 20.sekunttia minkä arvelin olevan riittävästi. Kokeen suoritin lämmittäen peräkkäin ilman taukoja kutakin koepalaa mitaten ajan sekuntikellosta.

TAULUKKO 2 Kaasupoltto harjatut koepalat

sarjanum.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
aika (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	25	30

TAULUKKO 3 Kaasupoltto patinoidut koepalat

patina x tai I	x	x	x	x	I	I	I
aika (s)	5	10	15	20	10	15	25

2.5 Lämpökäsittely gradienttiuunissa

Halusin testata värimuutoksien syntymistä kuparissa pienemmissä lämpötiloissa Karkaisijan käsikirja-teoksen mukaisesti, jossa taulukoitiin teräksen värejä. Taulukon alin lämpötila oli 225C° ja ylin 325C°, johon pyrin gradienttiuunin avulla. Gradienttiuunikaan ei tosin ole kovin tarkka, sillä vastukset kiertyvät sen putkenmallisen uunitilan ympäri epätasaisesti siten että vastuksia on tiheämmin sen perällä, jolloin kyseinen pää on myös kuumempi. Takaosassa sijaitsee myös uunin lämpömittari, joten voimme varmasti tietää vain kuumimman pään lämpötilan, etuosa on luonnollisesti siis viileämpi. Näin matalassa lämpötilassa oli kuitenkin oletettavaa, että etuosassa olisi noin 100C° viileämpi, joka oli tavoiteltavaakin, mutta varmuutta ei tietenkään asiaan saatu (Tomi Pelkonen, henkilökohtainen neuvonanto). Gradienttiuunilla oli kuitenkin tästä lämpötilan epätasaisesta jakautumisesta johtuen hyvä tehdä muutama pitkä koepala, jossa lämpö näkyisi ”liukuvärimäisesti”. Uunin lämmöksi säädettiin siis 325C° ja saavutettuaan tämän lämpötilan laitoin sisään kaksi pitkää harjattua koepalaa 3cmX30cm peräkkäin polttoalustojen päällä joita pidettiin uunissa 15 min.

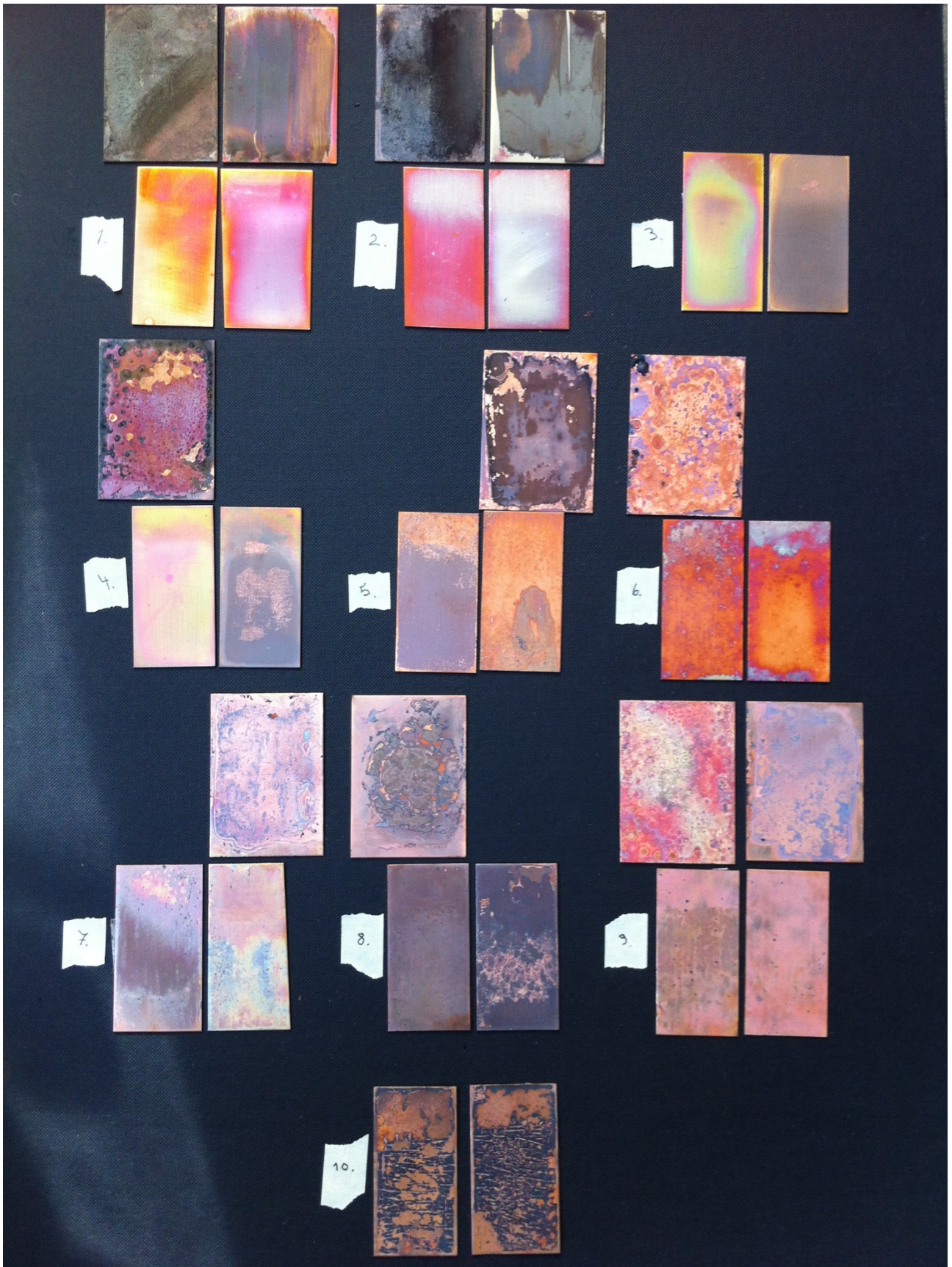
3 Tulokset

3.1 Keramiikkauunissa lämpökäsitellyt näytteet

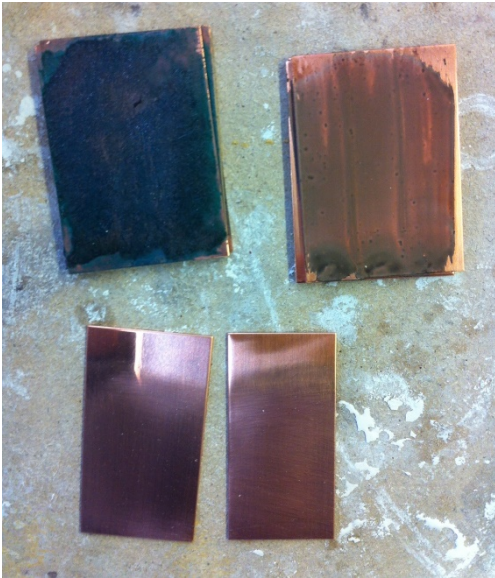
(Kuva 2, sivu10) Sarjoissa numero 1.-3. etenkin T1 synnytti heleitä värejä, kirkasta keltaista, punaista, neonväreihin taipuvaa pinkkiä ja violettiä, T1-3 jopa sinertävänvihreää öljypisaran kaltaisesti. T2 sen sijaan jäi päältäan vaisun harmaaksi sarjoissa -2. ja -3., mutta alapinnassa on nähtävissä kauniit värirenkaat polttotuen suojaamissa kohdissa. Kaikissa edellä mainituissa harjaamaton osuus pinnasta erottuu selvästi omana alueenaan. Sarjojen 1. ja 2. x ja I muuttuivat ikävän likaisen harmaiksi, alta erotettavissa hieman punertavaa ja keltaista. Sarjassa 4. toistuvat samat ilmiöt, T1 värit hieman jo haaleampia ja x pinta palanut täplikköksi.

Sarja 5. kohdalla T1 ja T2 pinnalle muodostui uunissa hopeanharmaa kerros, joka alkoi halkeilla välittömästi uunista nostettaessa ja x patina muuttui violettimusta pilkulliseksi, jonka sai osin rapsutettua pois, väri pohjalla likaisen keltainen (kuva 4, sivu 11) Sama ilmiö toistui lopuissakin sarjoissa 10. asti, tuhkamainen kerros muuttui sarja sarjalta vai tummemmaksi harmaaksi ja lopulta hiiltyneenolaiseksi mustaksi, joka kuoriutui lähes itsestään irti. Patinoituissa koepaloissa x ja I kerroksen alta paljastui hyvin värikirjavia tuloksia, kaikki muuttuivat läikikkäiksi ja saavuttivat väreikseen keltaista, punaista, vihreää, ruskeaa sekä hieman violettiä, varsinkin num.8 patinoitu x sai hyvin kauniin, mosaiikkimaisen kuvioinnin vaikka muut jäivät sävyiltään maanläheisemmiksi. Patinoitujen koepalojen alapuoli sen sijaan jäi kuitenkin lähes kaikissa polttotuen kohdalta hyvin kirkkaiksi ja kirjavan monivärisiksi toistaen kaikki alussakin saavutetut värit erilaisella tekstuurilla.

Sarjoissa 5.-10. T1 ja T2 hehkuvimmat värit saavutettiin num.6., jossa kirkasta punaista, keltaista, violettiä ja sinertävää, sekä num.7, jossa samat värit vaaleampina. Muissa sarjoissa num.5., 8. ja 9. jäivät rusehtavan ja harmaan sävyihin, num.10 kaunis musta-, oranssi- ja vihreäpilkullinen pintaväritys. Alapinnat myös värirunsaammat T1:ssä ja T2:ssa sarjoissa num.5-8., num.9 ja 10. molemmat puolet väriykseltään lähes samanlaiset.



Kuva 2. Lämpökäsitellyt koepalat keramiikkauuni
numeroitu sarjoittain 1.(150C°)-10.(600C°)



Kuva 3. Koepalat pintakäsiteltynä ennen lämpökäsittelyä

Vasenmassa yläkulmassa vihreällä ja oikeassa yläkulmassa ruskealla patinalla käsitelty näyte, alla harjatut koepalat



Kuva 4. Keramiikkauunissa lämpökäsitellyt koepalat, sarja 5

Tuhkamainen kerros alkaa muodostua T1-5 ja T2-5 pinnalle kuvassa alhaalta lukien(350C°)

3.2 Kaasuliekillä lämpökäsitellyt näytteet

(Kuva 3) 1.-5.sekunnin koepalojen kohdalla ei tapahtunut juurikaan minkäänlaista muutosta vaan hyvin himmeästi erottuva ja kasvava rengas liekin kuumimman kohdan ympärillä. 6.sekunnin kohdalla alkoi erottua jo sävyjä, punertava ja harmaa rengas joka kasvaa 8.sekuntiin asti lähes saman värisenä. Radikaali ero tapahtui 9.sekunnin kohdalla jolloin esiin alkoi tulla punertavia ja sinertäviä renkaita, 10.sekunniss mukaan myös violettia ja 11. saa jo vihreitäkin sävyjä, joka katoaa 13.kohdalla palaten 14. ja 15.koepalaan renkaiden koon kuitenkin jatkuvasti kasvaessa. Iso muutos tapahtui taas 16.koepalassa jolloin värit alkoivat himmetä minkä huomaa edelleen myös 17.tarkasteltaessa, josta rengaskuviokin alkaa kadota.

Tässä kohtaa nostin aikaa viimeisten koepalojen kuumennuksessa, saadakseni selville katoavaisitko värit lopulta kokonaan, koepala num.18 kuumensin 25 sekuntia ja num.19 30 sekuntia. Esiin tuli paljon selkeämpiä rengasmainen kuviointi, väriykseltään harmahtavan violetteja. Selkeä muutos koepalojen väriyksessä niiden alapinnassa tapahtui 11.sekunnin kohdalla, jolloin esiin tulivat hehkuvat pinkki, violetti ja sinertävä.

Ruskeapatinoituja(I) koepaloja kuumensin num.1 5sekuntia, num.2 10sekuntia ja num.3 15sekuntia, tulokset olivat keskenään hyvin samankaltaisia, mutta verraten käsittelemättömiin syntyi selvästi isoja sinisiä renkaita. Vihreäpatinoitujen kohdalla num1. 2sekuntia, num.2 4sekuntia, num.3 6sekuntia ja num.4 8sekuntia, tuloksena koepalat jäivät keskenään hyvin myös hyvin samankaltaisiksi eikä värejä oikeastaan syntynyt.(Kuva 4)



Kuva 3. Kaasuliekki lämpökäsitellyt harjatut koepalat

Rivi vasemmalta alhaalta alkaen 1.s, ylärivi oikeareuna koesarjan viimeinen koepala 30.s



Kuva 4. Kaasuliekki lämpökäsitellyt patinoidut koepalat

alarivi vasemmalta ruskeapatinoidut alkaen 10.s-25.s koepalat

ylärivi alkaen vasemmalta 5.s-10.s vihreällä patinoidut koepalat

3.3 Gradienttiuunissa lämpökäsitellyt näytteet

Yhtenäisistä koepaloista tuli hyvin näkyviin eri lämpötilojen vaikutus kuparin pinnan väreihin (Kuva 5). Taaimpana kuumimmassa päässä sijainnut koepala num.G-1 on kauimmasta päästään alkaen yläpinnaltaan harmaan sävyinen ja uunin oviaukkoa lähestyttäessä saa lopulta hieman punaista ja vihreää. Koepala num.G-2 on taas syvimällä olleesta päästä alkaen samaan tapaan harmahtava, mutta saavuttaa lähestyttäessä luukun puoleista viileintä osaa saa liukuen violetista pinkin ja oranssin sävyjen kautta kullankeltaiseen. Polttoalustojen väliin ilmeisesti jääneen viilentävän raon vuoksi myös koepala G-1:n alapinta on viileämmässä päässään saanut samojen värien lisäksi myös vihertävän sävyn.



Kuva 5. Lämpökäsitellyt koepalat gradienttiuuni

Kullankeltainen viileämmässä päässä, kuvan oikea alareuna ja harmaa kuumimmassa , kuvan vasen yläreuna

Johtopäätökset

Tietyn määrätyn värin aikaan saaminen kuparin pintaan osoittautui yllättävän haastavaksi ja epätarkaksi. Lähtöoletukseni oli, että kykenisin saavuttamaan tarkan tiedon siitä missä lämpötilassa saisin tapahtumaan säännöllisempää muutosta eli lähinnä yhtä väriä sisältäviä, tasalaatuisempia lopputuloksia lämpötiloista, kuten vain punaisen tai violetin sävyjä. Etenkin keramiikkauunilta odotin tarkempia tuloksia, jossa oletin lämpötilan suhteellisen tasaisen jakautumisen vuoksi myös tapahtuvan lähinnä yksivärisiä muutoksia. En tässä ottanut kuitenkaan huomioon polttotukien aiheuttamaa vaikutusta, jotka mahdollisesti viilensivät ja aiheuttivat lämpötilan eroja koepalojen alapintoihin. Tosin tällöinkin aikaan saatiin monenkirjavia värejä, mikä kokeen tavoitteita ajatellen ei tässä mielessä kyseinen seikka haitannut, mutta oli sitäkin epätarkempi. Koe olisi hyvä toistaa vastaavasti siten, että koepalat asetettaisiin tasaiselle, koko alapinnan kattavalle polttolevyille. Lisäksi matalemmissa lämpötiloissa on huomattavissa enemmän sekalaisuutta väreissä, yhdessä koepalassa saattaa olla niin vihreää, punaista, violettia jne., mutta värit ovat selkeät ja kirkkaat. Korkeammissa lämpötiloissa värin laatu on tasaisempi T1 ja T2 yläpinnoilta, mutta lähinnä vain ruskean ja punertavan sävyjä sisältävä koepaloissa jotka olivat vain harjaamalla käsiteltyt. Viileämpinä säilyneet alapinnat saavuttivat 350°C-500°C poltoissa vihreää, pinkkiä, violettia ja sinertävää. Harjatut pinnat tuottivat pääsääntöisesti selkeämpiä ja runsaammin värejä verrattuna harjaamattomiin, rasvaisiin pintoihin ja koepalojen asettelu reunaan ja keskelle tuottivat 600°C lukuun ottamatta keskenään selvästi erilaiset tulokset. Patinoitujen koepalojen kohdalla kiintoisa tulos syntyi puolestaan korkeammissa lämpötiloissa sarja num.6 kohdalla, josta eteenpäin irti kuoriutuvan kerroksen alta paljastuivat varovaisen rapsuttamisen jälkeen epätasaisen kirjavia, mutta kauniin värisiä-ja tekstuurisista pintoja. Ilmeisesti päällä ollut patinakerros suojasi allaan olevaa pintaa jättäen eläväisen kuvioinnin. Eroa vihreän-ja ruskean patinan tuottamien värien välillä on vaikea arvioida koepalojen vähyyden ja epätasaisen sijoittelun vuoksi koesarjassa, mutta vihreä aikaansai mahdollisesti enemmän punaisen-ja ruskeapatina sinertävän läikikkäitä pintoja.

Matalammat lämpötilat osoittautuivat ainakin värin hehkua ja sävyjen määrää tavoiteltaessa hedelmällisemmäksi, mitä tavoittelin gradienttiuunilla, mutta ainakaan uusia värejä ei saatu tällöinkään esiin mikä saattoi johtua edelleen liian korkeista lämpötiloista. Toisaalta oli nähtävissä, että ensimmäinen kuparissa tapahtuva värimuutos on kuumennettaessa kullankeltainen, mikä saavutettiin gradienttiuunin viileimmässäkin päässä. Tämän jälkeen ei saavutettu uusia värejä mikä antaa olettaa, ettei niitä ainakaan gradienttiuunilla kyetä saavuttamaan.

Koetulosteni hämmäntävimmäksi osuudeksi osoittautuikin ”tuhkakerroksen” muodostuminen koepajojen pinnalle sarjan num.5 350°C (Kuva 7) kohdalta eteenpäin, joka ilmeisesti sekin patinakerroksen tavoin suojasi allaan olevaa pintaa ja vaikutti sen saavuttamaan väriin. Kyseessä oli mahdollisesti kuparin oksidoituminen, jolloin sen oksidit nousivat pintaan, mitä tukee keramiikan poltossa käytetyn sähköuunin vaikutus hapettavana käsittelynä (Janne Hirvonen, henkilökohtainen tiedonanto). Ilmiö ei kuitenkaan ollut tavallinen ja saattoi johtua myös uunitilassa mahdollisesti olleista epäpuhtauksista. Hapettumista ajatellen oli kiintoisaa seurata kaasuliekkikuumennuksen tuottamia värejä, sillä käsittelyn pitäisi oli päinvastainen eli pelkistävä. Saavutettuihin väreihin tällä ei kuitenkaan ollut suurta merkitystä. Tulokseksi saatiin pinkkiä, vihertävää, punaista, violettia ja enemmän sinertävää, joka saatiin enemmän verrattuna keramiikkauunin lämpökäsittelyyn. Lisäksi liekin epätasaisen kuumennuksen vuoksi saatiin myös hyvin monen sävyisiä koepaloja.

Lähteet

Pero, P. 1932. Karkaisijan käsikirja. Helsinki: Otava

Väänänen, V. 1967. Metallin pakotus. Helsinki: Otava

Hylander, H. 1927. Metallien värittäminen. Helsinki: Otava

Hirvonen, J. Henkilökohtainen tiedonanto. Jalometallistudion harjoitusmestari, Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Pelkonen, T. Henkilökohtainen tiedonanto. Keramiikkastudion harjoitusmestari, Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu